

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-185811

(43)Date of publication of application : 06.07.2001

(51)Int.Cl.

H01S 5/22  
H01S 5/022  
H01S 5/0683  
H01S 5/323

(21)Application number : 11-366611

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 24.12.1999

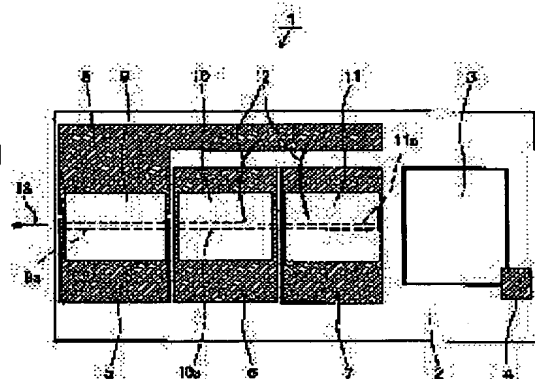
(72)Inventor : TAJIRI ATSUSHI  
MORI KAZUSHI  
NISHIDA TOYOZO  
INOUE YASUAKI  
SHONO MASAYUKI  
SAWADA MINORU

## (54) SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a semiconductor laser device capable of emitting a plurality of laser beams having different wavelengths and bringing the optical axes into coincidence with a simple constitution.

**SOLUTION:** The blue laser beam of a blue semiconductor laser element 9 is emitted from the front face of the flue semiconductor element 9. The red laser beam of a red semiconductor laser element 10 is emitted from the front face of the flue semiconductor element 9 through the waveguide 9a of the element 9. The red beam of the element 1 is emitted from the front face of the element 9 by passing though the waveguide 10a of the element 10 and passing the waveguide 9a of the element 9. Thus, the element 9, the element 10 and the element 11 are disposed so that the optical axes of the elements 9, 10 and 11 coincide.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

Partial Translation of Japanese Patent Laying-Open No. 2001-185811

[Abstract]

[Problem]

5 It is desired to provide a semiconductor laser device of a simple structure, which is capable of emitting a plurality of laser beams having different wavelengths with coincident optical axes.

[Claim 1]

10 A semiconductor laser device comprising a plurality of semiconductor laser elements for emitting respective laser beams having different wavelengths, wherein said semiconductor laser elements are arranged in such a manner that optical axes of the laser beams emitted from said semiconductor laser elements are made coincident by passing a laser beam emitted from one semiconductor laser element of said plural semiconductor laser elements through inside of another semiconductor laser element.

15 [0020]

20 One of a plurality of semiconductor laser elements emits laser beams having a relatively short wavelength from its front and rear end surfaces, and the laser beam emitted from the rear end surface enters a waveguide of a semiconductor laser element for emitting a laser beam having a relatively long wavelength.

[0035]

25 According to the present embodiment, when infrared semiconductor laser element 11 is in its on-state, an infrared laser beam emitted from the front end surface of infrared semiconductor laser element 11 passes through waveguide 10a of red semiconductor laser element 10 and waveguide 9a of blue semiconductor laser element 9 and exits from the front end surface of blue semiconductor laser element 9. Furthermore, when red semiconductor laser element 10 is in its on-state, red laser light emitted from the front end surface of red semiconductor laser element 10 passes through waveguide 9a of blue semiconductor laser element 9 and exits from the front end surface of blue semiconductor laser element 9.

青 - 赤 - 赤外

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-185811

(P2001-185811A)

(43) 公開日 平成13年7月6日(2001.7.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 1 S 5/22	6 1 0	H 0 1 S 5/22	6 1 0 5 F 0 7 3
5/022		5/022	
5/0683		5/0683	
5/323		5/323	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平11-366611

(22) 出願日 平成11年12月24日(1999. 12. 24)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号

(72) 発明者 田尻 敦志

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三  
洋電機株式会社内

(72) 発明者 森 和思

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三  
洋電機株式会社内

(74) 代理人 100098305

弁理士 福島 祥人

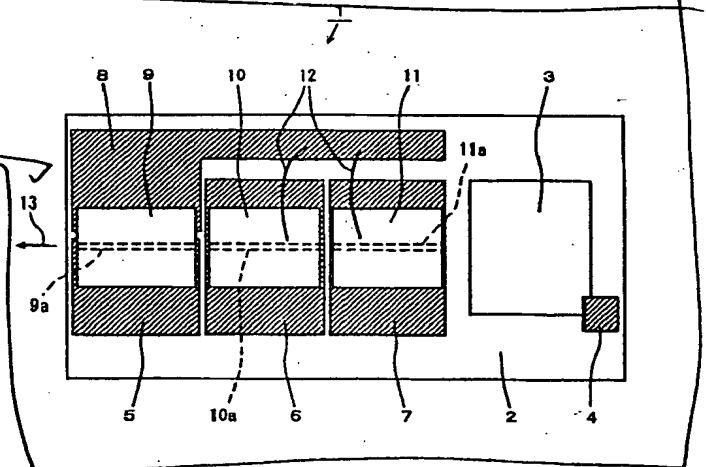
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ装置

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構成で波長の異なる複数のレーザ光を光軸が一致するように出射することができる半導体レーザ装置を提供することである。

【解決手段】 青色半導体レーザ素子 9 の青色レーザ光は青色半導体レーザ素子 9 の前端面から出射される。赤色半導体レーザ素子 10 の赤色レーザ光は青色半導体レーザ素子 9 の導波路 9 a を通過して青色半導体レーザ素子 9 の前端面から出射される。赤外半導体レーザ素子 11 の赤外レーザ光は赤色半導体レーザ素子 10 の導波路 10 a を通過して青色半導体レーザ素子 9 の導波路 9 a を通過して青色半導体レーザ素子 9 の前端面から出射される。それにより、青色半導体レーザ素子 9 と赤色半導体レーザ素子 10 と赤外半導体レーザ素子 11 の光軸が一致するように配置できる。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 異なる波長のレーザ光をそれぞれ出射する複数の半導体レーザ素子を備え、前記複数の半導体レーザ素子のうちいずれかの半導体レーザ素子から出射されるレーザ光が他の半導体レーザ素子の内部を通過することにより前記複数の半導体レーザ素子から出射される複数のレーザ光の光軸が一致するように前記複数の半導体レーザ素子が配置されたことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項2】 前記複数の半導体レーザ素子はそれぞれ導波路を有し、相対的に短い波長のレーザ光を出射する半導体レーザ素子の導波路中を相対的に長い波長のレーザ光が通過するように前記複数の半導体レーザ素子が配置されたことを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ装置。

【請求項3】 前記複数の半導体レーザ素子の導波路がほぼ一列に並ぶように前記複数の半導体レーザ素子が配置されたことを特徴とする請求項1または2記載の半導体レーザ装置。

【請求項4】 前記複数の半導体レーザ素子のうち少なくとも2つの半導体レーザ素子の導波路が並列に配置され、前記少なくとも2つの半導体レーザ素子のうち相対的に短い波長のレーザ光を出射する半導体レーザ素子の導波路に相対的に長い波長のレーザ光を導く光学系をさらに備えたことを特徴とする請求項1または2記載の半導体レーザ装置。

【請求項5】 前記複数の半導体レーザ素子のいずれかは、相対的に短い波長のレーザ光を前端面および後端面から出射し、前記後端面から出射されたレーザ光が相対的に長い波長のレーザ光を出射する半導体レーザ素子の導波路に入射するように配置されたことを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項6】 前記相対的に短い波長のレーザ光の出射時に、前記相対的に長い波長のレーザ光を出射する半導体レーザ素子に流れる電流に基づいて前記相対的に短い波長のレーザ光を出射する半導体レーザ素子の光出力を制御する制御回路をさらに備えたことを特徴とする請求項5記載の半導体レーザ装置。

【請求項7】 前記複数の半導体レーザ素子の導波路間に球レンズが配置されたことを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項8】 前記複数の半導体レーザ素子は個々の基板上に形成され、共通のサブマウント上に配置されたことを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項9】 前記複数の半導体レーザ素子は共通の基板上に形成され、共通のサブマウント上に配置されたことを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、多波長のレーザ光を出射する半導体レーザ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、CD（コンパクトディスク）、CD-R（compact disc-recordable）、CD-ROM（compact disc-read only memory）の再生とDVD（デジタルビデオディスク）との再生との間で互換性を有する光ピックアップへの需要が高まっている。

【0003】 CD、CD-RおよびCD-ROMの再生には780nmの波長を有するレーザ光が用いられる。また、DVDの再生には650nm付近の波長を有するレーザ光が用いられる。そのため、互換性を得ることができる半導体レーザ装置として、780nmの波長の赤外レーザ光を出射する半導体レーザ素子と650nmの波長の赤色レーザ光を出射する半導体レーザ素子とを近接して配置した半導体レーザ装置が研究開発されている。

【0004】 図13～図15に従来の半導体レーザ装置の構成を示す。図13は従来の半導体レーザ装置の平面図、図14は図13に示す半導体レーザ装置の側面図、図15は図13に示す半導体レーザ装置の正面図である。

【0005】 図13の従来の半導体レーザ素子101は、サブマウント102上に赤色レーザ光を出射する半導体レーザ素子（以下、赤色半導体レーザ素子と呼ぶ）108と赤外レーザ光を出射する半導体レーザ素子（以下、赤外半導体レーザ素子と呼ぶ）109とを備えている。

【0006】 赤色半導体レーザ素子用電極105および共通電極107を介して赤色半導体レーザ素子108に電流を供給することにより赤色半導体レーザ素子108から赤色レーザ光111が出射され、赤外半導体レーザ素子用電極106および共通電極107を介して赤外半導体レーザ素子109に電流を供給することにより赤外半導体レーザ素子109から赤外レーザ光112が出射される。これら赤色レーザ光111と赤外レーザ光112とは互いに平行になる。

【0007】 サブマウント102には、フォトダイオード103およびその電極104が設けられており、電極104から出力される光電流が赤色半導体レーザ素子108および赤外半導体レーザ素子109の光出力のモニタに用いられる。

【0008】 赤色半導体レーザ素子108および赤外半導体レーザ素子109は同一のGaAs基板110上にモノリシックに形成されている。そのため、赤色半導体レーザ素子108の導波路108aおよび活性層108bならびに赤外半導体レーザ素子109の導波路109aおよび活性層109bの位置精度が高く、赤色半導体レーザ素子108および赤外半導体レーザ素子109に

(3)

おける発光点108c, 109cの間の位置精度および光軸の平行精度がよい。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来の半導体レーザ装置101は2波長の赤色レーザ光111および赤外レーザ光112の発光点108c, 109cが互いに離れて設けられているため、半導体レーザ装置101を使ってCD等のディスクの情報を読み取る際に、赤色レーザ光111および赤外レーザ光112がディスクで反射されて戻ってくるレーザ光のスポット位置が受光部上でずれてしまう。そのため、赤色レーザ光111および赤外レーザ光112を受光するために2つの受光素子が必要になり、2つの受光素子を有する受光部が大きくなるとともに、受光素子に接続される回路構成も受光素子が1つの場合に比べて複雑になる。

【0010】また、図16に示すように、半導体レーザ装置101から出射された赤色レーザ光111および赤外レーザ光112を集光レンズ113によりディスク114上に集めて、集光スポット115, 116を形成させる場合、2波長の赤色レーザ光111および赤外レーザ光112の光軸を同時に集光レンズ113の光軸に一致させることができないので、集光スポット115, 116に収差が発生する。そのため、赤色レーザ光111および赤外レーザ光112の反射光を受光素子で変換して生成される電気信号のS/N比が集光スポット115, 116の収差により悪くなるという問題がある。

【0011】本発明の目的は、簡単な構成で波長の異なる複数のレーザ光を光軸が一致するように出射することができる半導体レーザ装置を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段および発明の効果】本発明に係る半導体レーザ装置は、異なる波長のレーザ光をそれぞれ出射する複数の半導体レーザ素子を備え、複数の半導体レーザ素子のうちいずれかの半導体レーザ素子から出射されるレーザ光が他の半導体レーザ素子の内部を通過することにより複数の半導体レーザ素子から出射される複数のレーザ光の光軸が一致するように複数の半導体レーザ素子が配置されたものである。

【0013】本発明の半導体レーザ装置においては、複数の半導体レーザ素子のうちいずれかの半導体レーザ素子から出射されるレーザ光が他の半導体レーザ素子の内部を通過することにより複数の半導体レーザ素子から出射されるレーザ光の光軸が一致する。それにより、複数の半導体レーザ素子から出射される複数のレーザ光を共通の受光素子によって受光することが可能になる。したがって、受光部を小型化することができるとともに受光部の回路構成を簡単化することができる。また、複数の半導体レーザ素子から出射される複数のレーザ光の光軸と集光レンズの光軸とを一致させることができるので、集光レンズを透過したレーザ光の収差を低減することが

できる。したがって、レーザ光を電気信号に変換したときのS/N比を向上させることができる。

【0014】複数の半導体レーザ素子はそれぞれ導波路を有し、相対的に短い波長のレーザ光を出射する半導体レーザ素子の導波路中に相対的に長い波長のレーザ光が通過するように複数の半導体レーザ素子が配置されてもよい。

【0015】この場合、相対的に短い波長のレーザ光を出射する半導体レーザ素子の導波路は、相対的に長い波長のレーザ光のエネルギーに比べて大きな禁制帯幅を有する。そのため、相対的に長い波長のレーザ光は、相対的に短いレーザ光を出射する半導体レーザ素子の導波路中で吸収されずに低い損失で通過することができる。したがって、高い光出力を得ることができる。

【0016】複数の半導体レーザ素子の導波路がほぼ一列に並ぶように複数の半導体レーザ素子が配置されてもよい。

【0017】この場合、いずれかの半導体レーザ素子の導波路の端面から出射されたレーザ光が隣接する他の半導体レーザ素子の導波路の端面に直接入射する。それにより、複数の半導体レーザ素子の導波路間での光の結合効率が高くなる。したがって、他の半導体レーザ素子の導波路を通過して出射されるレーザ光の出力が向上する。また、光学系を用いることなくいずれかの半導体レーザ素子の導波路の端面から出射されたレーザ光を隣接する他の半導体レーザ素子の導波路の端面に入射することができ、構成が簡単になる。

【0018】複数の半導体レーザ素子のうち少なくとも2つの半導体レーザ素子の導波路が並列に配置され、少なくとも2つの半導体レーザ素子のうち相対的に短い波長のレーザ光を出射する半導体レーザ素子の導波路に相対的に長い波長のレーザ光を導く光学系をさらに備えたものである。

【0019】この場合、少なくとも2つの半導体レーザ素子の導波路が並列に配置されるので、光出射方向における半導体レーザ装置の長さを短縮することができ、狭いスペースへの半導体レーザ装置の設置が容易になる。

【0020】複数の半導体レーザ素子のいずれかは、相対的に短い波長のレーザ光を前端面および後端面から出射し、後端面から出射されたレーザ光が相対的に長い波長のレーザ光を出射する半導体レーザ素子の導波路に入射するように配置されたものである。

【0021】この場合、相対的に長い波長のレーザ光を出射する半導体レーザ素子の導波路は、相対的に短い波長のレーザ光のエネルギーに比べて小さな禁制帯幅を有する。そのため、いずれかの半導体レーザ素子の後端面から出射された相対的に短い波長のレーザ光は、相対的に長い波長のレーザ光を出射する半導体レーザ素子の導波路中で吸収されて光電流が発生する。したがって、光電流を検出することにより、相対的に短い波長のレーザ

(4)

光を出射する半導体レーザ素子の光出力をモニタすることができる。

【0022】相対的に短い波長のレーザ光の出射時に、相対的に長い波長のレーザ光を出射する半導体レーザ素子に流れる電流に基づいて相対的に短い波長のレーザ光を出射する半導体レーザ素子の光出力を制御する制御回路をさらに備えてもよい。

【0023】この場合、相対的に短い波長のレーザ光の光出力の変化に応じて相対的に長い波長のレーザ光を出射する半導体レーザ素子に流れる電流が変化するので、その電流に基づいて制御回路により相対的に短い波長のレーザ光を出射する半導体レーザ素子の光出力を制御することによって、相対的に短い波長のレーザ光の出力を安定させることができる。

【0024】複数の半導体レーザ素子の導波路間に球レンズが配置されてもよい。この場合、各半導体レーザ素子の導波路から広がるように出射されるレーザ光が球レンズにより集束されて隣接する半導体レーザ素子の導波路に入射されるので、隣接する半導体レーザ素子の導波路間での光の結合効率が高くなる。その結果、相対的に波長の長いレーザ光の光出力を向上させることができる。

【0025】複数の半導体レーザ素子は個々の基板上に形成され、共通のサブマウント上に配置されてもよい。

【0026】この場合、複数の半導体レーザ素子を並行して製造することができるので、半導体レーザ装置の製造時間が短縮される。

【0027】複数の半導体レーザ素子は共通の基板上に形成され、共通のサブマウント上に配置されてもよい。

【0028】この場合、製造時に複数の半導体レーザ素子が共通の基板上に位置決めされるので、複数の半導体レーザ素子をサブマウント上に取り付ける際に位置決めが不要となる。

【0029】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1の実施の形態における半導体レーザ装置の構成を示す模式的平面図である。また、図2は図1の半導体レーザ装置の模式的側面図である。

【0030】図1の半導体レーザ装置1においては、サブマウント2上に、青色レーザ光を発生する半導体レーザ素子（以下、青色半導体レーザ素子と呼ぶ）9、赤色レーザ光を発生する半導体レーザ素子（以下、赤色半導体レーザ素子と呼ぶ）10および赤外レーザ光を発生する半導体レーザ素子（以下、赤外半導体レーザ素子と呼ぶ）11が一行に並べて配置されている。

【0031】青色半導体レーザ素子9、赤色半導体レーザ素子10および赤外半導体レーザ素子11はそれぞれ共振器を構成する導波路9a、10a、11aを有しており、これら導波路9a、10a、11aは、それらから出射されるレーザ光の光軸が一致するように互いに近

接してほぼ一直線に配置されている。また、図2に示すように、導波路9a、10a、11aが形成される活性層9b、10b、11bの高さが等しくなるように青色半導体レーザ素子9、赤色半導体レーザ素子10および赤外半導体レーザ素子11がサブマウント2の上面に基板側を上に向けて固定されている。

【0032】青色半導体レーザ素子9は表面電極および負極電極を有し、赤色半導体レーザ素子10は表面電極および裏面電極を有し、赤外半導体レーザ素子11は表面電極および裏面電極を有する。

【0033】青色半導体レーザ素子9、赤色半導体レーザ素子10および赤外半導体レーザ素子11の表面電極は、サブマウント2上に独立に設けられた青色半導体レーザ素子用電極5、赤色半導体レーザ素子用電極6および赤外半導体レーザ素子用電極7にそれぞれ接合されている。青色半導体レーザ素子9の負極電極は直接サブマウント2上の共通電極8に接合され、赤色半導体レーザ素子10および赤外半導体レーザ素子11の裏面電極はそれぞれワイヤ12を介してサブマウント2上の共通電極8に接続されている。

【0034】赤外半導体レーザ素子11の後方におけるサブマウント2上に拡散領域からなるフォトダイオード3が設けられている。フォトダイオード3は赤外半導体レーザ素子11の後端面側から出射された赤外レーザ光の光出力に応じた電流をサブマウント2上の表面電極4から出力する。

【0035】本実施の形態によれば、赤外半導体レーザ素子11の点灯時に、赤外半導体レーザ素子11の前端面から出射された赤外レーザ光が赤色半導体レーザ素子10の導波路10aおよび青色半導体レーザ素子9の導波路9aを通過して青色半導体レーザ素子9の前端面から出射される。また、赤色半導体レーザ素子10の点灯時に、赤色半導体レーザ素子10の前端面から出射された赤色レーザ光が青色半導体レーザ素子9の導波路9aを通過して青色半導体レーザ素子9の前端面から出射される。これにより、青色半導体レーザ素子9から出射される青色レーザ光の光軸と赤色半導体レーザ素子10から出射される赤色レーザ光の光軸と赤外半導体レーザ素子11から出射される赤外レーザ光の光軸とを一致させることができる。したがって、青色半導体レーザ素子9の光軸上に受光素子を配置することにより、共通の受光素子により、青色レーザ光、赤色レーザ光および赤外レーザ光の受光が可能になる。これにより、半導体レーザ装置を用いた光ピックアップ等の装置の構造および回路構成を簡単にすることができる。

【0036】また、青色半導体レーザ素子9から出射される青色レーザ光の光軸と集光レンズの光軸とを一致させることにより、赤色半導体レーザ素子10の光軸および赤外半導体レーザ素子11の光軸が集光レンズの光軸と一致するので、青色レーザ光の収差を低減するとともに

に赤色レーザ光および赤外レーザ光の収差を低減でき、青色レーザ光、赤色レーザ光および赤外レーザ光を受光素子によって電気信号に変換したときのS/N比を向上させることができる。

【0037】図3(a), (b), (c)は青色半導体レーザ素子9、赤色半導体レーザ素子10および赤外半導体レーザ素子11の構成をそれぞれ示す正面図である。

【0038】図3(a)に示す青色半導体レーザ素子9においては、厚さ195.3 $\mu$ mのサファイア基板20上に、厚さ0.02 $\mu$ mのAlGaInバッファ層21、厚さ4 $\mu$ mのGaInクラッド層22、厚さ0.7 $\mu$ mのAlGaInクラッド層23、および厚さ0.1 $\mu$ mのInGaIn活性層24が順に形成されている。

【0039】InGaIn活性層24上にAlGaInNクラッド層25が形成され、このAlGaInNクラッド層25がエッチングされてリッジ部およびリッジ部両側の厚さ0.5 $\mu$ mの平坦部が形成されている。さらに、AlGaInNクラッド層25上に、リッジ部の上面にストライプ状開口部を有する厚さ0.5 $\mu$ mのAlGaIn電流ブロック層26が形成され、開口部内のAlGaInNクラッド層25上およびAlGaIn電流ブロック層26上に厚さ3 $\mu$ mのGaInコンタクト層27が形成されている。

【0040】GaInコンタクト層27からGaInコンタクト層22までの一部領域がエッチングされ、露出したGaInコンタクト層22上に負極電極29が形成されている。また、GaInコンタクト層27上に厚さ2 $\mu$ mの表面電極28が形成されている。

【0041】図3(b)に示す赤色半導体レーザ素子10においては、厚さ198 $\mu$ mのGaAs基板31上に、厚さ1.5 $\mu$ mのAlGaInPクラッド層32、および厚さ0.1 $\mu$ mのAlGaInP活性層33が順に形成されている。

【0042】AlGaInP活性層33上にAlGaInPクラッド層34が形成され、このAlGaInPクラッド層34がエッチングされてリッジ部およびリッジ部両側の厚さ1.5 $\mu$ mの平坦部が形成されている。さらに、AlGaInPクラッド層34上に、リッジ部の上面にストライプ状開口部を有する厚さ1 $\mu$ mの電流ブロック層35が形成され、開口部内のAlGaInPクラッド層34上および電流ブロック層35上に、厚さ3 $\mu$ mのGaAsコンタクト層36が形成されている。

【0043】GaAsコンタクト層36上には厚さ0.5 $\mu$ mの表面電極37が形成されている。また、GaAs基板31の裏面に厚さ0.5 $\mu$ mの裏面電極38が形成されている。

【0044】図3(c)に示す赤外半導体レーザ素子11においては、厚さ198 $\mu$ mのGaAs基板41上に、厚さ1.5 $\mu$ mのAlGaAsクラッド層42、お

よび厚さ0.1 $\mu$ mのAlGaAs活性層43が順に形成されている。

【0045】AlGaAs活性層43上にAlGaAsクラッド層44が形成され、このAlGaAsクラッド層44がエッチングされてリッジ部およびリッジ部両側の厚さ1.5 $\mu$ mの平坦部が形成されている。さらに、AlGaAsクラッド層44上に、リッジ部の上面にストライプ状開口部を有する1 $\mu$ mの電流ブロック層45が形成されている。開口部内のAlGaAsクラッド層44上および電流ブロック層45上に、厚さ3 $\mu$ mのGaAsコンタクト層46が形成されている。

【0046】GaAsコンタクト層46上には厚さ0.5 $\mu$ mの表面電極47が形成されている。また、GaAs基板41の裏面には厚さ0.5 $\mu$ mの裏面電極48が形成されている。

【0047】以上のように構成することにより、青色半導体レーザ素子9の表面電極28からAlGaInNクラッド層25とInGaIn活性層24との界面までの厚さが6 $\mu$ mになり、赤色半導体レーザ素子10の表面電極37からAlGaInPクラッド層34とAlGaInP活性層33との界面までの厚さが6 $\mu$ mになり、赤外半導体レーザ素子11の表面電極47からAlGaAsクラッド層44とAlGaAs活性層43との界面までの厚さが6 $\mu$ mになる。

【0048】それにより、青色半導体レーザ素子9、赤色半導体レーザ素子10および赤外半導体レーザ素子11を図2に示したようにサブマウント2上に固定した場合、InGaIn活性層24、AlGaInP活性層33およびAlGaAs活性層43の高さが一致する。

【0049】なお、青色半導体レーザ素子9のサファイア基板20からAlGaInクラッド層23とInGaIn活性層24との界面までの厚さが200 $\mu$ mとなり、赤色半導体レーザ素子10の裏面電極38からAlGaInPクラッド層32とAlGaInP活性層33との境界までの厚さが200 $\mu$ mとなり、赤外半導体レーザ素子11の裏面電極38からAlGaAsクラッド層42とAlGaAs活性層43との界面までの厚さが200 $\mu$ mとなるので、青色半導体レーザ素子9、赤色半導体レーザ素子10および赤外半導体レーザ素子11のサファイア基板20、裏面電極38および裏面電極48をサブマウント2の上面に固定した場合であっても、InGaIn活性層24、AlGaInP活性層33およびAlGaAs活性層43の高さが一致する。

【0050】図3に示すように、青色半導体レーザ素子9においては、InGaIn活性層24が上下からそれぞれに屈折率の小さなAlGaInクラッド層23およびAlGaInNクラッド層25で挟まれている。また、AlGaIn電流ブロック層26により電流が狭窄されるとともに、AlGaIn電流ブロック層26下のInGaIn活性層24の領域とストライプ状開口部下のInGaIn



(6)

活性層24の領域とに実効的な屈折率差が与えられる。それにより、光の横モード制御が行われる。その結果、青色半導体レーザ素子9のInGa<sub>N</sub>活性層24に青色レーザ光が導波するストライプ状の導波路9a(図1参照)が形成される。

【0051】同様に、赤色半導体レーザ素子10においても、赤色半導体レーザ素子10に図1に示した赤色レーザ光が導波する導波路10aが形成される。同様に、赤外半導体レーザ素子11においても、AlGaAs活性層43に図1に示した赤外レーザ光が導波する導波路11aが形成される。

【0052】赤外半導体レーザ素子11の点灯時に、赤外半導体レーザ素子11の前端面から出射された赤外レーザ光は、赤色半導体レーザ素子10の導波路10aに結合し、導波路10a中を導波する。赤色半導体レーザ素子10の前端面から出射された赤外レーザ光は、青色半導体レーザ素子9の導波路9aに結合し、導波路9a中を導波し、青色半導体レーザ素子9の前端面から出射される。

【0053】同様に、赤色半導体レーザ素子10の点灯時に、赤色半導体レーザ素子10の前端面から出射された赤色レーザ光は、青色半導体レーザ素子9の導波路9aに結合し、導波路9a中を導波し、青色半導体レーザ素子9の前端面から出射される。

【0054】導波路9a, 10a, 11aの厚さを規定する活性層24, 33, 43の厚さと、導波路9a, 10a, 11aの横方向の幅を規定するクラッド層25, 34, 44のリッジ部の下端の幅ならびに青色半導体レーザ素子9、赤色半導体レーザ素子10および赤外半導体レーザ素子11間の間隔は、光の結合効率と導波の損失とを考慮して最適に設計される。

【0055】また、青色半導体レーザ素子9、赤色半導体レーザ素子10および赤外半導体レーザ素子11の導波路9a, 10a, 11aを構成する材料の禁制帯幅はこの順に小さくなる。したがって、赤色半導体レーザ素

子10から出射される赤色レーザ光および赤外半導体レーザ素子11から出射される赤外レーザ光の波長に相当するエネルギーより青色半導体レーザ素子9の導波路9aの禁制帯幅が大きいので、赤色レーザ光および赤外レーザ光は導波路9aを小さな損失で通過することができる。同様に、赤外半導体レーザ素子11から出射される赤外レーザ光の波長に相当するエネルギーより赤色半導体レーザ素子10の導波路10aの禁制帯幅が大きいので、赤外レーザ光は導波路10aを小さな損失で通過することができる。

【0056】サブマウント2上への青色半導体レーザ素子9、赤色半導体レーザ素子10および赤外半導体レーザ素子11の位置決めは次のようにして行う。まず、赤外半導体レーザ素子11をサブマウント2上に固定した後、赤外半導体レーザ素子11の前方に赤色半導体レーザ素子10を配置し、赤外半導体レーザ素子11を点灯させ、赤色半導体レーザ素子10を通過して前端面から出射される赤外レーザ光の光出力が最大となるように赤色半導体レーザ素子10を位置決めする。次に、赤色半導体レーザ素子10をサブマウント2上に固定した後、赤色半導体レーザ素子10の前方に青色半導体レーザ素子9を配置し、赤色半導体レーザ素子10を点灯させ、青色半導体レーザ素子9を通過して前端面から出射される赤色レーザ光の光出力が最大となるように青色半導体レーザ素子9を位置決めし、サブマウント2上に固定する。

【0057】図4は半導体レーザ装置1を制御するための制御回路の構成を示す回路図である。図4に示す制御回路は、レーザ駆動回路15, 16, 17およびスイッチSW1, SW2を備えている。表1には半導体レーザ装置1を駆動する際の点灯している半導体レーザ素子とスイッチとの関係が示されている。

【0058】

【表1】

	レーザ駆動回路15 動作時	レーザ駆動回路16 動作時	レーザ駆動回路17 動作時
点灯	青色半導体レーザ素子	赤色半導体レーザ素子	赤外半導体レーザ素子
SW1	A	B	—
SW2	—	A	B

【0059】青色半導体レーザ素子9のアノード(図3の表面電極28)は図1の青色半導体レーザ素子用電極5を介してレーザ駆動回路15に接続され、カソード

(図3の負極電極29)は図1の共通電極8を介して接地されている。赤色半導体レーザ素子10のアノード

(図3の表面電極37)は図1の赤色半導体レーザ素子用電極6を介してスイッチSW1に接続され、カソード(図3の裏面電極38)は図1の共通電極8を介して接

地されている。スイッチSW1が接点A側に切り換えられると赤色半導体レーザ素子10のアノードがレーザ駆動回路15に接続され、スイッチSW1が接点B側に切り換えられると赤色半導体レーザ素子10のアノードがレーザ駆動回路16に接続される。

【0060】赤外半導体レーザ素子11のアノード(図3の表面電極47)は図1の赤外半導体レーザ素子用電極7を介してスイッチSW2に接続され、カソード(図

(7)

3の裏面電極48)は図1の共通電極8を介して接地されている。スイッチSW2が接点A側に切り換えられると赤外半導体レーザ素子11のアノードがレーザ駆動回路16に接続され、スイッチSW2が接点B側に切り換えられると赤外半導体レーザ素子11のアノードがレーザ駆動回路17に接続される。フォトダイオード3のアノード(図1の表面電極4)はレーザ駆動回路17に接続され、カソードは接地されている。

【0061】図4のスイッチSW1が接点A側に切り換えられると、青色半導体レーザ素子9が点灯するとともに、赤色半導体レーザ素子10のアノードとレーザ駆動回路15とが接続される。青色半導体レーザ素子9が点灯すると、図1の青色半導体レーザ素子9の前端面から図1および図2の矢印13の方向に青色レーザ光が射出されるとともに、青色半導体レーザ素子9の後端面から射出された青色レーザ光が図1の赤色半導体レーザ素子10の導波路10aに入射する。

【0062】この場合、赤色半導体レーザ素子10はフォトダイオードとして働き、青色レーザ光の光出力に応じて赤色半導体レーザ素子10に電流が発生する。レーザ駆動回路15は、その光電流に基づいて青色半導体レーザ素子9に供給する電流を制御することにより光出力を制御する。

【0063】図4のスイッチSW1が接点B側に接続され、かつスイッチSW2が接点A側に接続されると、赤色半導体レーザ素子10が点灯するとともに、赤外半導体レーザ素子11とレーザ駆動回路16とが接続される。赤色半導体レーザ素子10が点灯すると、図1の赤色半導体レーザ素子10の前端面から図1の青色半導体レーザ素子9の導波路9aを通過して矢印13の方向に赤色レーザ光が射出される。赤色レーザ光は青色半導体レーザ素子9の導波路9aを通過して青色半導体レーザ素子9の前端面から射出される。また、図1の赤色半導体レーザ素子10の後端面から射出された赤色レーザ光は赤外半導体レーザ素子11の導波路11aに入射する。

【0064】この場合、赤外半導体レーザ素子11はフォトダイオードとして働き、赤色レーザ光の光出力に応じて赤外半導体レーザ素子11に光電流が発生する。レーザ駆動回路16は、その光電流に基づいて赤色半導体レーザ素子10に供給する電流を制御することにより光出力を制御する。

【0065】図4のスイッチSW2が接点B側に接続されると、赤外半導体レーザ素子11が点灯するとともに、フォトダイオード3とレーザ駆動回路17とが接続される。図1の赤外半導体レーザ素子11が点灯すると、図1の赤外半導体レーザ素子11の前端面から図1の赤色半導体レーザ素子10の導波路10aおよび図1の青色半導体レーザ素子9の導波路9aを通過して青色半導体レーザ素子9の前端面から矢印13の方向に赤外

レーザ光が射出される。また、図1の赤外半導体レーザ素子11の後端面から射出された赤外レーザ光は図1のフォトダイオード3により受光される。

【0066】この場合、赤外レーザ光の光出力に応じてフォトダイオード3に光電流が発生する。レーザ駆動回路17は、その光電流に基づいて赤外半導体レーザ素子11に供給する電流を制御することにより光出力を制御する。

【0067】図5(a)、(b)は青色半導体レーザ素子9の構成の他の例を示す模式的断面図である。

【0068】図5(a)に示す青色半導体レーザ素子9においては、厚さ197.3 $\mu\text{m}$ のGa<sub>0.4</sub>N基板51上に、厚さ0.7 $\mu\text{m}$ のAlGa<sub>0.3</sub>Nクラッド層52、および厚さ0.1 $\mu\text{m}$ のInGa<sub>0.5</sub>N活性層53が順に形成されている。

【0069】InGa<sub>0.5</sub>N活性層53上に、AlGa<sub>0.3</sub>In<sub>0.2</sub>Nクラッド層54が形成され、このAlGa<sub>0.3</sub>In<sub>0.2</sub>Nクラッド層54がエッチングされてリッジ部およびリッジ部両側の厚さ0.5 $\mu\text{m}$ の平坦部が形成されている。さらに、AlGa<sub>0.3</sub>In<sub>0.2</sub>Nクラッド層54上に、リッジ部の上面に開口部を有する厚さ0.5 $\mu\text{m}$ のAlGa<sub>0.3</sub>N電流ブロック層55が形成され、開口部内のAlGa<sub>0.3</sub>In<sub>0.2</sub>Nクラッド層54上およびAlGa<sub>0.3</sub>N電流ブロック層55上に厚さ3 $\mu\text{m}$ のGa<sub>0.4</sub>Nコンタクト層56が形成されている。

【0070】Ga<sub>0.4</sub>Nコンタクト層56上には厚さ2 $\mu\text{m}$ の表面電極57が形成されている。また、Ga<sub>0.4</sub>N基板51の裏面に厚さ2 $\mu\text{m}$ の裏面電極58が形成されている。

【0071】このように、図5(a)の青色半導体レーザ素子9は裏面電極58を有するので、図3(b)の赤色半導体レーザ素子10および図3(c)の赤外半導体レーザ素子11と同様の実装方法を用いることができる。

【0072】図5(b)に示す青色半導体レーザ素子9においては、厚さ195.3 $\mu\text{m}$ のGaAs基板61上に、厚さ2 $\mu\text{m}$ のGa<sub>0.4</sub>Nコンタクト層62、厚さ0.7 $\mu\text{m}$ のAlGa<sub>0.3</sub>Nクラッド層63、および厚さ0.1 $\mu\text{m}$ のInGa<sub>0.5</sub>N活性層64が順に形成されている。

【0073】InGa<sub>0.5</sub>N活性層64上に、AlGa<sub>0.3</sub>In<sub>0.2</sub>Nクラッド層65が形成され、このAlGa<sub>0.3</sub>In<sub>0.2</sub>Nクラッド層65がエッチングされてリッジ部およびリッジ部両側の厚さ0.5 $\mu\text{m}$ の平坦部が形成されている。さらに、AlGa<sub>0.3</sub>In<sub>0.2</sub>Nクラッド層65上に、リッジ部の上面に開口部を有する厚さ0.5 $\mu\text{m}$ のAlGa<sub>0.3</sub>In<sub>0.2</sub>N電流ブロック層66が形成され、開口部内のAlGa<sub>0.3</sub>In<sub>0.2</sub>Nクラッド層65上およびAlGa<sub>0.3</sub>N電流ブロック層66上に厚さ3 $\mu\text{m}$ のGa<sub>0.4</sub>Nコンタクト層67が形成されている。

【0074】Ga<sub>0.4</sub>Nコンタクト層67上に厚さ2 $\mu\text{m}$ の

(6)

表面電極が形成されている。また、GaAs基板61の裏面に厚さ2 $\mu$ mの裏面電極69が形成されている。

【0075】このように、図5(b)の青色半導体レーザ素子9は裏面電極69を有するので、図3(b)の赤色半導体レーザ素子10および図3(c)の赤外半導体レーザ素子11と同様の実装方法を用いることができる。

【0076】図6は本発明の第2の実施の形態における半導体レーザ素子の構成を示す模式的側面図である。また、図7は図1の半導体レーザ装置に用いられる半導体レーザ素子の構成を示す模式的斜視図である。

【0077】図6の半導体レーザ素子71においては、サブマウント72上に、青色半導体レーザ素子79、赤色半導体レーザ素子80および赤外半導体レーザ素子81が一列に並べて配置されている。

【0078】図6の半導体レーザ装置71が図1の半導体レーザ装置1と異なるのは、青色半導体レーザ素子79、赤色半導体レーザ素子80および赤外半導体レーザ素子81が共通のGaAs基板82上に形成されている点である。

【0079】GaAs基板82上に共通電極78が形成されており、サブマウント72の上には青色半導体レーザ素子用電極75、赤色半導体レーザ素子用電極76および赤外半導体レーザ素子用電極77が形成されている。青色半導体レーザ素子79、赤色半導体レーザ素子80および赤外半導体レーザ素子81はそれぞれ表面電極を有するとともに互いに共通の共通電極78を有する。青色半導体レーザ素子79の表面電極は青色半導体レーザ素子用電極75に接合され、赤色半導体レーザ素子80の表面電極は赤色半導体レーザ素子用電極76に接合され、赤外半導体レーザ素子81の表面電極は赤外半導体レーザ素子用電極77に接合される。

【0080】共通電極78および青色半導体レーザ素子用電極75を介して供給される電流によって青色半導体レーザ素子79が点灯され、共通電極78および赤色半導体レーザ素子用電極76を介して供給される電流によって赤色半導体レーザ素子80が点灯され、共通電極78および赤外半導体レーザ素子用電極77を介して供給される電流によって赤外半導体レーザ素子81が点灯される。

【0081】赤外半導体レーザ素子11の後端面側のサブマウント72上にフォトダイオード73が設けられている。フォトダイオード73は赤外半導体レーザ素子81の後端面から出射された赤外レーザ光の光出力に応じた電流をサブマウント72上の表面電極74から出力する。

【0082】図7に示す青色半導体レーザ素子79、赤色半導体レーザ素子80および赤外半導体レーザ素子81の製造時に、導波路79a、80a、81aが互いに近接して一直線に配置されるように位置決めされると

もに、導波路79a、80a、81aが形成される活性層79b、80b、81bの高さも位置決めされる。そのため、サブマウント72上に半導体レーザ素子79、80、81を取り付ける際に半導体レーザ素子79、80、81の位置決めが不要となる。したがって、青色半導体レーザ素子79、赤色半導体レーザ素子80および赤外半導体レーザ素子81から出射される青色レーザ光、赤色レーザ光および赤外レーザ光の光軸の一致精度が高くなる。

【0083】図4に示すレーザ駆動回路15~17およびスイッチSW1、SW2からなる制御回路が青色半導体レーザ素子79、赤色半導体レーザ素子80および赤外半導体レーザ素子81に接続される。それにより、青色半導体レーザ素子79の点灯時には、青色半導体レーザ素子79の光出力が赤色半導体レーザ素子80に発生する光電流に基づいて制御される。同様に、赤色半導体レーザ素子80の点灯時には、赤色半導体レーザ素子80の光出力が赤外半導体レーザ素子81に発生する光出力に基づいて制御される。さらに、赤外半導体レーザ素子81の点灯時には、赤外半導体レーザ素子81の光出力がフォトダイオード73に発生する光電流に基づいて制御される。

【0084】本実施の形態の半導体レーザ装置71によれば、第1の実施の形態の半導体レーザ装置1と同様に、青色半導体レーザ素子79の光軸上に受光素子を配置することにより、共通の受光素子によって、青色半導体レーザ素子79から出射される青色レーザ光、赤色半導体レーザ素子80から出射される赤色レーザ光および赤外半導体レーザ素子81から出射される赤外レーザ光の受光が可能になる。それにより、半導体レーザ装置を用いた光ピックアップ等の装置の構造および回路構成を簡単にすることができる。

【0085】また、青色半導体レーザ素子79の光軸と集光レンズの光軸とを一致させることにより、赤色半導体レーザ素子80の光軸および赤外半導体レーザ素子81の光軸を集光レンズの光軸と一致させることができる。それにより、青色レーザ光の収差を低減するとともに、赤色レーザ光および赤外レーザ光の収差を低減でき、青色レーザ光、赤色レーザ光および赤外レーザ光を受光素子によって電気信号に変換したときのS/N比を向上させることができる。

【0086】次に、図8および図9を用いて図7に示す半導体レーザ素子の製造方法について説明する。図8(a)~(e)および図9(f)~(j)は図7の半導体レーザ素子の製造方法を示す模式的工程断面図である。

【0087】図8(a)に示すように、GaAs基板82の上面のうちの一部の領域を除いてSiO<sub>2</sub>膜84をマスクとして形成する。次に、図8(b)に示すように、GaAs基板82の上面のうちSiO<sub>2</sub>膜84によ

り被覆されていない領域に青色半導体レーザ素子79を形成する。

【0088】GaAs基板82上のSiO<sub>2</sub>膜84を除去した後、図8(c)に示すように、GaAs基板82の上面のうち一部の領域を除いて青色半導体レーザ素子79を覆うようにSiO<sub>2</sub>膜85をマスクとして形成する。図8(d)に示すように、GaAs基板82の上面のうちSiO<sub>2</sub>膜85により被覆されていない領域に赤外半導体レーザ素子81を形成する。

【0089】SiO<sub>2</sub>膜85を除去した後、図8(e)に示すように、GaAs基板82の露出面を除いて青色半導体レーザ素子79および赤外半導体レーザ素子81を覆うようにSiO<sub>2</sub>膜86をマスクとして形成する。図9(f)に示すように、GaAs基板82の上面のうちSiO<sub>2</sub>膜86で被覆されていない領域に、赤色半導体レーザ素子80を形成する。

【0090】SiO<sub>2</sub>膜86を除去した後、図9(g)に示すように、青色半導体レーザ素子79、赤色半導体レーザ素子80および赤外半導体レーザ素子81の上面にNi等の金属膜87を形成する。

【0091】次に、図9(h)に示すように、金属膜87をマスクとしてドライエッチングを行い、青色半導体レーザ素子79、赤色半導体レーザ素子80および赤外半導体レーザ素子81の共振器端面を形成する。

【0092】図9(i)に示すように、金属膜87を除去した後、図9(j)に示すように、青色半導体レーザ素子79の上面に表面電極79cを形成し、赤色半導体レーザ素子80の上面に表面電極80cを形成し、赤外半導体レーザ素子81の上面に表面電極81cを形成する。また、GaAs基板82の下面に共通電極78を形成する。

【0093】図8および図9に示す工程は、1枚のウェハ上の多数の箇所に対して同時に行われる。図10はウェハ状のGaAs基板82に対する複数の半導体レーザ素子の製造工程を示す工程図である。

【0094】図10(a)に示すように、ウェハ状のGaAs基板82の上面に複数の青色半導体レーザ素子79が複数列に形成される。図10(b)に示すように、GaAs基板82の上面のうち複数の青色半導体レーザ素子79の列の間に赤外半導体レーザ素子81が複数列に形成される。さらに、図10(c)に示すように、GaAs基板82の上面のうち青色半導体レーザ素子79および赤外半導体レーザ素子81の列の間に赤色半導体レーザ素子80が複数列に形成される。

【0095】図10(d)に示すように、GaAs基板82上の青色半導体レーザ素子79、赤色半導体レーザ素子80および赤外半導体レーザ素子81の上面にNi等の金属膜87がマスクとして形成される。その後、青色半導体レーザ素子79、赤色半導体レーザ素子80および赤外半導体レーザ素子81の共振器端面がドライエ

ッチングにより形成される。

【0096】さらに、電極形成が行われた後、図10(e)に示すように、青色半導体レーザ素子79の列と赤色半導体レーザ素子80の列と赤外半導体レーザ素子の列とを各一つずつ含む領域82a、82b、82cを単位としてGaAs基板82が分割され、図10(f)に示すように、各領域82a、82b、82cが1個の青色半導体レーザ素子79と1個の赤色半導体レーザ素子80と1個の赤外半導体レーザ素子81とからなる部分にさらに分割される。それにより、図7に示す半導体レーザ素子が形成される。

【0097】図11は本発明の第3の実施の形態における半導体レーザ素子の構成を示す図である。図11

(a)には半導体レーザ素子の模式的平面図が示され、図11(b)には半導体レーザ素子の模式的側面図が示されている。

【0098】図11に示す半導体レーザ素子91が図7に示す半導体レーザ素子71と異なるのは、青色半導体レーザ素子79と赤色半導体レーザ素子80との間に球レンズ92を備え、赤色半導体レーザ素子80と赤外半導体レーザ素子81との間に球レンズ93を備えている点である。球レンズ92、93はガラスまたはプラスチック等からなる例えば0.5～1mm程度の球状のレンズである。

【0099】球レンズ92の設置は、青色半導体レーザ素子79と赤色半導体レーザ素子80との間のGaAs基板82の上面に接着剤等で底部を固定することにより行われる。その際、赤色半導体レーザ素子80を点灯し、青色半導体レーザ素子79の導波路79bから出射される赤色レーザ光の光出力が最大となるように位置決めする。また、球レンズ93の設置は、赤色半導体レーザ素子80と赤外半導体レーザ素子81との間のGaAs基板82の上面に接着剤等で底部を固定することにより行われる。その際、赤外半導体レーザ素子81を点灯し、赤色半導体レーザ素子80の導波路80bと球レンズ92と青色半導体レーザ素子79の導波路79bとを通過して出力される赤外レーザ光の光出力が最大となるように位置決めする。

【0100】本実施の形態によれば、半導体レーザ素子80の導波路80bから出射された発散光であるレーザ光に対し球レンズ92により波面変換が行われ、球レンズ92から出射されたレーザ光が集束光になるので、青色半導体レーザ素子79と赤色半導体レーザ素子80との間の間隔が大きい場合でも導波路79bと導波路80bとの間のレーザ光の結合効率を向上させることができる。同様に、球レンズ93により、赤色半導体レーザ素子80と赤外半導体レーザ素子81の導波路80b、81bとの間のレーザ光の結合効率を向上させることができる。

【0101】図12は本発明の第4の実施の形態におけ

(10)

る半導体レーザ素子の構成を示す模式的平面図である。

【0102】図12の半導体レーザ装置においては、サブマウント2上に、青色半導体レーザ素子9、赤色半導体レーザ素子10および赤外半導体レーザ素子11が並列に配置されている。

【0103】青色半導体レーザ素子9の前端面から青色レーザ光が図12の矢印の向きに射出される。赤色半導体レーザ素子10の前端面から赤色レーザ光が射出され、コリメートレンズ94により平行光にされ、ハーフミラー98および全反射ミラー99により反射されてコリメートレンズ96により集束され、青色半導体レーザ素子9の導波路9aに入射される。赤色レーザ光は導波路9aを通過して青色半導体レーザ素子9の前端面から射出される。

【0104】赤外半導体レーザ素子11から射出される赤外レーザ光は、コリメートレンズ95により平行光にされ、全反射ミラー97で反射され、ハーフミラー98を通過して全反射ミラー99で反射されてコリメートレンズ96により集束され、青色半導体レーザ素子9の導波路9aに入射される。赤外レーザ光は青色半導体レーザ素子9の導波路9aを通過して青色半導体レーザ素子9の前端面から射出される。

【0105】このように、図12の半導体レーザ装置においては、半導体レーザ素子10、11からそれぞれ射出される赤色レーザ光および赤外レーザ光の空気中での光路が長くなるので、これらの赤色レーザ光および赤外レーザ光を一旦平行光とすることにより光の損失を少なくする。

【0106】本実施の形態の半導体レーザ装置によれば、第1の実施の形態の半導体レーザ装置1と同様に、赤外半導体レーザ素子11の赤外レーザ光が青色半導体レーザ素子9の導波路9aを通過して射出され、赤色半導体レーザ素子10の赤色レーザ光が青色半導体レーザ素子9の導波路9aを通過して射出されるので、青色半導体レーザ素子9の青色レーザ光と赤色レーザ光と赤外レーザ光の光軸を一致させることができる。それにより、青色半導体レーザ素子9の光軸上に受光素子を配置することにより、1つの受光素子で、青色レーザ光、赤色レーザ光および赤外レーザ光を受光することが可能になる。それにより、半導体レーザ装置を用いた光ピックアップ等の装置の構造および回路構成を簡単にすることができる。

【0107】また、青色半導体レーザ素子9の光軸と集光レンズの光軸とを一致させることにより、赤色半導体レーザ素子10の光軸および赤外半導体レーザ素子11の光軸が集光レンズの光軸と一致するので、青色レーザ光の収差を低減するとともに赤色レーザ光および赤外レーザ光の収差を低減でき、青色レーザ光、赤色レーザ光および赤外レーザ光を受光素子によって電気信号に変換したときのS/N比を向上させることができる。

【0108】さらに、図12の半導体レーザ装置は、青色半導体レーザ素子9の導波路9aと赤色半導体レーザ素子10の導波路10aと赤外半導体レーザ素子11の導波路11aとが並列に配置されているので、図1に示す半導体レーザ装置1のように導波路9a、10a、11aを一列に直線上に並べる場合に比べて光射出方向の長さを導波路10a、11aの分だけ短くすることができる。

【0109】なお、上記実施の形態では、3つの半導体レーザ素子からなる半導体レーザ装置を示したが、半導体レーザ装置を構成する半導体レーザ素子は2つであってもよく、また4つ以上であってもよい。

【0110】また、上記実施の形態では、青色レーザ光、赤色レーザ光および赤外レーザ光を射出する半導体レーザ素子を用いているが、他の波長のレーザ光を射出する半導体レーザ素子を用いてもよい。

【0111】さらに、本発明に係る半導体レーザ装置においては、2つ以上の半導体レーザ素子を同時に点灯させることも可能である。その場合、複色色のレーザ光を混合することにより種々の色のレーザ光を生成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における半導体レーザ装置の構成を示す模式的平面図である。

【図2】図1の半導体レーザ装置の模式的側面図である。

【図3】図1の半導体レーザ装置を構成する半導体レーザ素子の構成を説明するための図である。

【図4】図1の半導体レーザ装置の電気的な接続関係を説明するためのブロック図である。

【図5】図1の半導体レーザ装置の半導体レーザ素子について説明するための図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態における半導体レーザ装置の構成を示す側面図である。

【図7】図6の半導体レーザ装置の半導体レーザ素子の構成を示す斜視図である。

【図8】図7の半導体レーザ素子の製造工程を示す側面図である。

【図9】図7の半導体レーザ素子の製造工程を示す側面図である。

【図10】図7の半導体レーザ素子の製造工程を示す斜視図である。

【図11】本発明の第1の実施の形態における半導体レーザ装置の構成を示す図である。

【図12】本発明の第2の実施の形態における半導体レーザ装置の構成を示す平面図である。

【図13】従来の半導体レーザ装置の構成を示す平面図である。

【図14】従来の半導体レーザ装置の構成を示す側面図である。

(11)

【図15】従来の半導体レーザ装置の構成を示す正面図である。

【図16】従来の半導体レーザ装置を用いた場合に生じる収差を説明するための図である。

【符号の説明】

1, 71, 91, 半導体レーザ装置  
9, 79 青色半導体レーザ素子  
10, 80 赤色半導体レーザ素子

11, 81 赤外半導体レーザ素子

9a, 10a, 11a, 79a, 80a, 81a 導波路

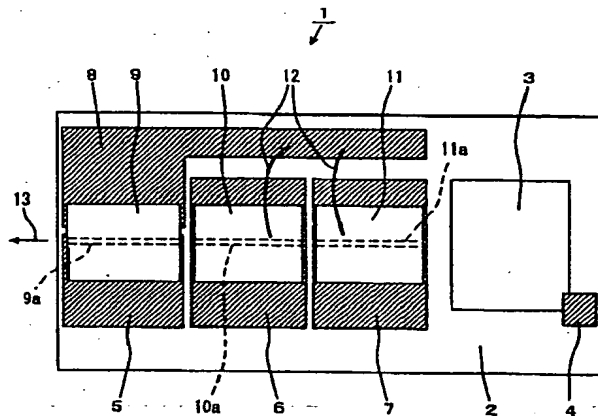
15, 16, 17 レーザ駆動回路

92, 93 球レンズ

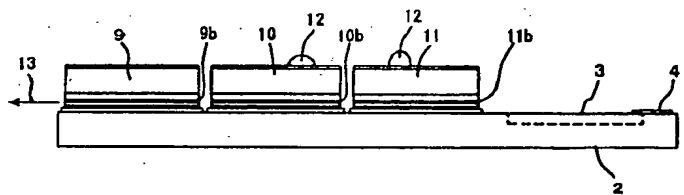
97, 99 全反射ミラー

98 ハーフミラー

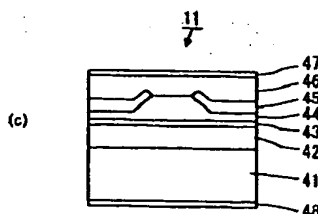
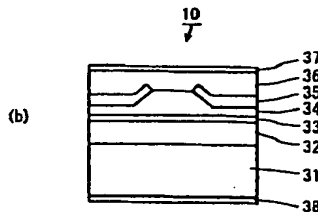
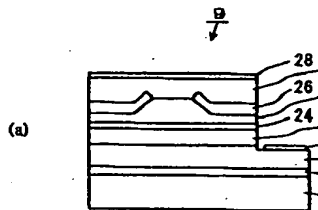
【図1】



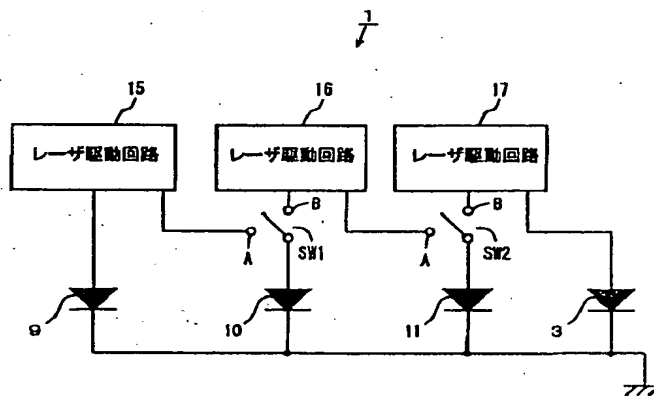
【図2】



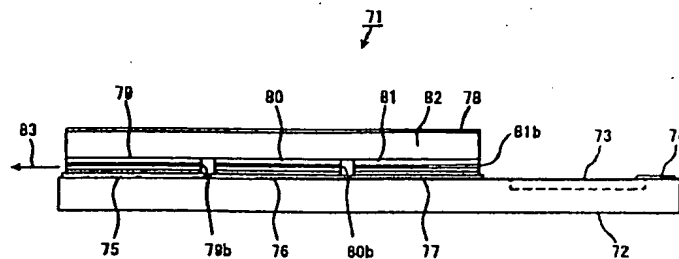
【図3】



【図4】

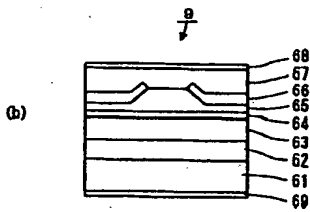
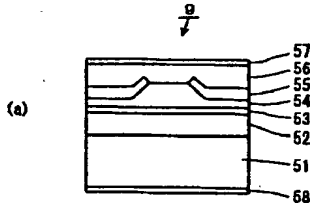


【図6】

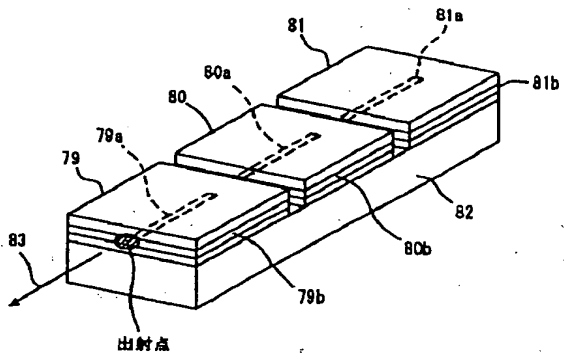


(12)

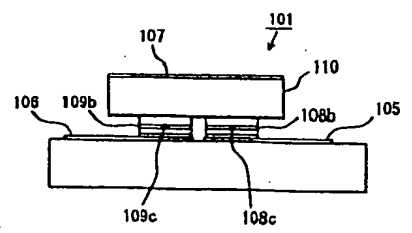
【図5】



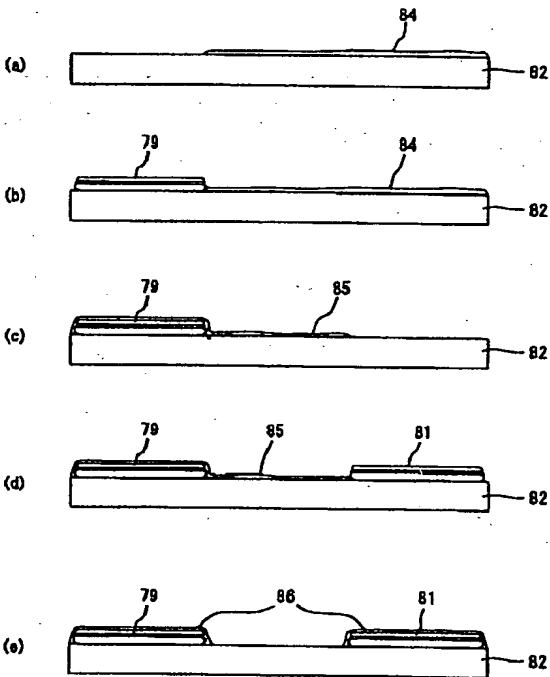
【図7】



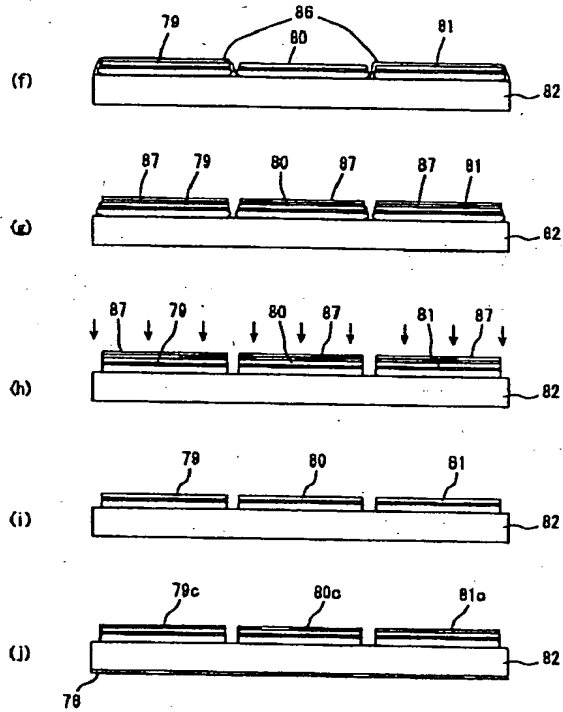
【図15】



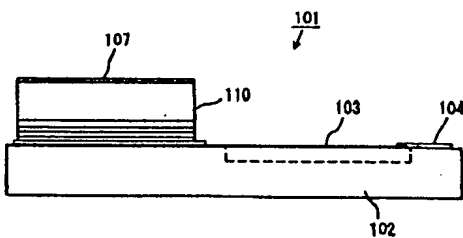
【図8】



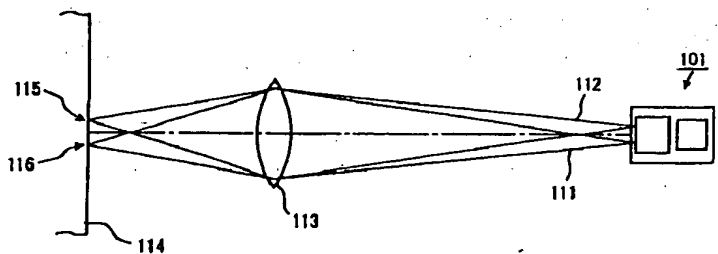
【図9】



【図14】

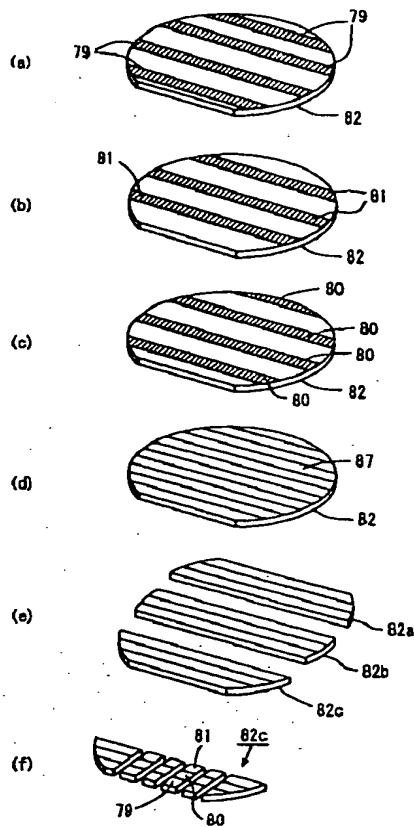


【図16】

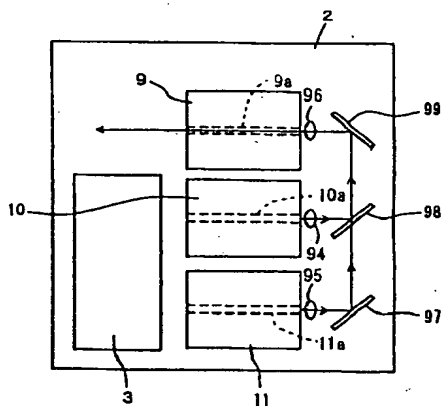


(13)

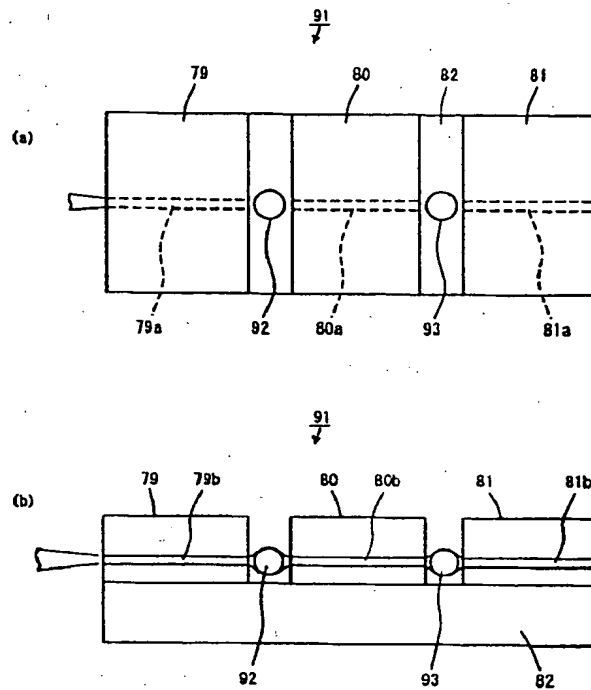
【図10】



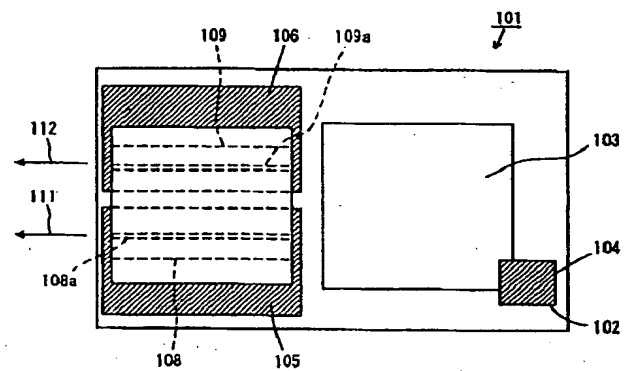
【図12】



【図11】



【図13】



フロントページの続き

(72) 発明者 西田 豊三  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

(72) 発明者 井上 泰明  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内



(14)

(72) 発明者 庄野 昌幸

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

(72) 発明者 澤田 稔

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

Fターム(参考) 5F073 AA13 AE27 EA05 CA05 CA07

CA14 CB02 CB05 DA21 EA05

EA06 EA07 BA29 FA05 GA17